

ПРОФІЛАКТИЧНА МЕДИЦИНА

УДК 614.777:556.55/.56:543.393

**І.М. Пельо,
А.В. Благая**

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ФЛУОПІКОЛІДУ У ВОДІ

Національний медичний університет ім. О.О.Богомольця
кафедра гігієни та екології
(зав. – член-кор. НАМН України, д. мед. н., проф. В. Г. Бардов)
пр. Перемоги, 34, Київ, 03680, Україна
Bogomolets National medical university
department of hygiene and ecology
Peremogy av., 34, Kyiv, 03680, Ukraine
e-mail: i.pelo@mail.ru

Ключові слова: вода, органолептичні властивості, санітарний режим водойм, флуопіколід, гранично допустима концентрація

Key words: water, organoleptic properties, sanitary regimen of water reservoirs, fluopicolide, maximum allowable concentration

Реферат. Научное обоснование предельно допустимой концентрации флуопикколида в воде. Пельо И.М., Благая А.В. Проведены исследования с целью научного обоснования предельно допустимой концентрации флуопикколида в воде водоёмов. Методы исследования: лабораторный гигиенический эксперимент с использованием органолептических, санитарно-химических, санитарно-токсикологических, санитарно-микробиологических и математических методов. Приведены результаты изучения влияния флуопикколида на органолептические свойства воды, санитарный режим водоёмов хозяйственно-бытового назначения и рассчитана его подпороговая концентрация в воде по санитарно-токсикологическому показателю вредности. Установлены пороговые концентрации вещества по основным критериям вредности, обоснована предельно допустимая концентрация в воде. Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы. Пороговая концентрация флуопикколида в воде: по органолептическому показателю вредности (лимитирующий критерий – запах) – $0,15 \text{ мг/дм}^3$; по общесанитарному показателю вредности (лимитирующий критерий – влияние на численность сапрофитной микрофлоры, биохимическое потребление кислорода и процесс нитрификации) – $0,015 \text{ мг/дм}^3$; максимально недействующая концентрация – $0,14 \text{ мг/дм}^3$; предельно допустимая концентрация – $0,015 \text{ мг/дм}^3$.

Abstract. Scientific substantiation of maximum allowable concentration of fluopicolide in water. Pelo I.M., Blagaia A.V. In order to substantiate fluopicolide maximum allowable concentration in the water of water reservoirs the research was carried out. Methods of study: laboratory hygienic experiment using organoleptic and sanitary-chemical, sanitary-toxicological, sanitary-microbiological and mathematical methods. The results of fluopicolide influence on organoleptic properties of water, sanitary regimen of reservoirs for household purposes were given and its subthreshold concentration in water by sanitary and toxicological hazard index was calculated. The threshold concentration of the substance by the main hazard criteria was established, the maximum allowable concentration in water was substantiated. The studies led to the following conclusions: fluopicolide threshold concentration in water by organoleptic hazard index (limiting criterion – the smell) – 0.15 mg/dm^3 , general sanitary hazard index (limiting criteria – impact on the number of saprophytic microflora, biochemical oxygen demand and nitrification) – 0.015 mg/dm^3 , the maximum noneffective concentration – 0.14 mg/dm^3 , the maximum allowable concentration – 0.015 mg/dm^3 .

Вода є одним з найважливіших елементів біосфери, з яким людина контактує протягом усього життя, і від якості якого значною мірою залежить її здоров'я. Якість води в поверхневих водних об'єктах є одним з вирішальних чинників санітарного та епідемічного благополуччя населення. Всесвітня організація охорони здоров'я при визначенні якості життя поставила «фактор води» на перше місце, підкресливши, що потреба забезпечення населення питною водою на сьогодні є однією з найважливіших у світі [14].

Зростання техногенного впливу на водні екосистеми й екстенсивне використання водних ресурсів різними галузями економіки призводять до виснаження та забруднення природних вод, порушення екологічної рівноваги. В Україні техногенне навантаження на водні екосистеми і територію в цілому досягло критичних значень [6].

Хімізація, зокрема використання пестицидів, була й залишається одним з основних шляхів інтенсифікації сільського господарства. З другої половини нашого століття пестициди перетворилися

на постійно діючий чинник, який чинить як позитивний, так і негативний вплив на довкілля і здоров'я людини [13]. У ряді регіонів України, серед інших хімічних забруднювачів навколишнього середовища, пестициди займають пріоритетне місце [1].

За даними ВООЗ, квота пестицидів у сукупному викиді хімічних забруднювачів становить 3% [2, 14]. Широке використання пестицидів у сільському господарстві створює потенційну небезпеку забруднення води водойм їх залишковими кількостями.

Дані літератури свідчать про те, що до 25% отрутохімікатів, внесених у ґрунт, потрапляє у воду. Потрапивши до водойми, пестициди включаються у складні цикли, накопичуючись у значних кількостях у гідробіонтах та мулі. Це призводить до погіршення органолептичних властивостей води і санітарного режиму водойми, негативно впливає на водні екосистеми та опосередковано через харчові й міграційні ланцюги на організм людини [9, 10, 11].

В умовах зростання антропогенного впливу пестицидів на водні об'єкти екологічні дослідження з експериментального обґрунтування гранично допустимих концентрацій (ГДК) хімічних речовин у воді водойм можуть слугувати одним із суттєвих профілактичних заходів.

У зв'язку з викладеним, нами проведені експериментальні дослідження з обґрунтуванням ГДК флуопіколід (діючої речовини препарату Інфініто к.с.) у воді водойм господарсько-побутового призначення [9, 10, 11].

Фунгіцид Інфініто к.с. проходив випробування на овочевих культурах (огірках, помідорах, картоплі) з нормою витрати 1,2 – 1,6 л/га двократно, у тому числі в умовах приватних підсобних господарств з нормою витрат 15 мл/0,01га двократно.

До складу препарату входять дві діючі речовини: пропамокарб гідрохлорид (62,5 г/л) та флуопіколід (6,25 г/л). В Україні препарати на основі флуопіколіду не використовувались. Гігієнічна регламентація флуопіколіду не проводилась.

Мета дослідження - наукове обґрунтування гранично допустимої концентрації флуопіколіду у воді водойм господарсько-побутового призначення.

Для досягнення мети необхідно було вирішити такі задачі:

1) комплексне гігієнічне вивчення впливу флуопіколіду на органолептичні властивості води;

2) дослідження впливу флуопіколіду на загальний санітарний режим водойми;

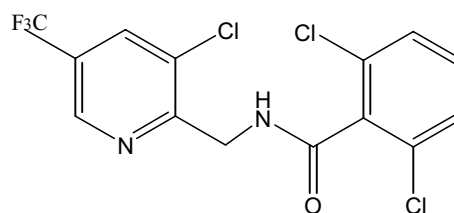
3) визначення порогової концентрації флуопіколіду за санітарно-токсикологічним показником шкідливості.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджувана речовина: флуопіколід
АЕС38206.

Хімічна назва (за ІЮПАК): 2,6-дихлор-N-{[3-хлор-5-(трифторметил)-2-пиридиніл]метил}бензамід. Реєстраційний номер CASN:239110-15-7, ступінь чистоти 99,3%.

Структурна формула:



Емпірична формула: $C_{14}H_8Cl_3F_3N_2O$.

Молекулярна формула 383,59.

Хімічно чистий флуопіколід – це кристалічний порошок білого кольору зі слабким фенольним запахом, температурою плавлення 150°C, щільністю 1,62 г/см³ (20°C). Тиск пари: 3,03x10⁻⁷Па (20°C), 8,03x10⁻⁷Па (25°C). Розчинність у воді (25°C) – 2,86 мг/л (рН 1,04). Розчинність в органічних розчинниках (20°C) г/л: гексан – 0,2, етанол – 19,2, толуол – 20,5, етилацетат – 37,7, ацетон – 120, диметилсульфоксид – 180. Коефіцієнт розподілу н-октанол/вода – 2,9 (P_{ow} – 79,4) [15].

Флуопіколід, виходячи з параметрів гострої токсичності при надходженні в організм пероральним і дермальним шляхом, згідно з Гігієнічною класифікацією пестицидів за ступенем небезпечності (ДСанПін 8.8.1.002-98) [3] належить до IV класу небезпечності. За вираженістю подразливої дії та інгаляційної токсичності – до III класу. Віддалені ефекти дії (мутагенна, канцерогенна, тератогенна активність та вплив на репродуктивну функцію) не є лімітуючими критеріями при оцінці небезпечності флуопіколіду.

Для досягнення поставленої мети нами проведений лабораторний гігієнічний експеримент відповідно до загальноприйнятих методичних підходів [4, 9, 10, 11], з використанням органолептичних, санітарно-хімічних, санітарно-мікробіологічних методів аналізу. Одержані в експерименті дані обробляли методами варіаційної статистики згідно [5, 9, 10] з розрахунком

середніх арифметичних величин порогових концентрацій, похибок середніх величин і стандартного відхилення, використовуючи програми Excel та MULTIFAC 2.2 на персональному комп'ютері.

Для більшості хімічних забруднювачів, що надходять до водойм зі стічними водами або поверхневими стоками із сільськогосподарських угідь, лімітуючою ознакою шкідливості є несприятливий вплив на органолептичні властивості води водойм [11]. Погіршення органолептичних властивостей води водойм легко виявляється населенням, не завжди усувається сучасними методами водопідготовки, обмежує водокористування і може призводити до несприятливих еколого-гігієнічних наслідків [8, 10, 11]. Саме тому нами приділена значна увага проведенню експериментів для вивчення порогових концентрацій флуопіколідів за органолептичною ознакою шкідливості.

Вивчення впливу флуопіколідів на органолептичні властивості води проводилось згідно з ГОСТ 3351-74 [4] та методичними документами [9, 10, 11]. Порогові концентрації флуопіколідів за органолептичною ознакою шкідливості визначали при концентраціях його у воді від 0,039 до 10,0 мг/дм³. Для приготування розчинів препарату використовували дехлоровану водо-

провідну воду. Концентрації препарату підбирали таким чином, щоб кожна наступна була вдвічі меншою за попередню. Інтенсивність запаху досліджуваних водних розчинів препарату оцінювали за п'ятибальною шкалою, де нульовий бал відповідав повній відсутності запаху (контрольна проба води), при температурах 20°C і 60°C. Порогову концентрацію флуопіколідів за впливом на запах води визначали методом бригадної закритої оцінки.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Статистична обробка даних експериментальних досліджень показала, що нижня довірна межа концентрації препарату, яка надає воді запах інтенсивністю 2 бали при температурі 20°C (практичний поріг), становить 0,396 мг/дм³ (табл. 1). Нижня довірна межа концентрації флуопіколідів, яка надає воді запах інтенсивністю 1 бал при температурі 20°C (поріг сприйняття), становить 0,147 мг/дм³. При цьому встановлена достовірна залежність ($p < 0,05$) між вмістом препарату у воді та інтенсивністю його запаху. Необхідно відмітити, що всі одоратори оцінювали запах як різкий аптечний, фенольний. Підігрівання розчинів до 60°C практично не впливало на інтенсивність та характер запаху.

Таблиця 1

Вплив флуопіколідів на органолептичні властивості води (запах) при 20°C і 60°C

Інтенсивність запаху (в балах)	Температура води (°C)	Статистичні параметри				
		n	\bar{X}	$s \bar{X}$	p	$\bar{X} - 2 s \bar{X}$
1	20°C	14	0,167	0,009	5,9	0,1472
2		29	0,436	0,02	4,6	0,396
1	60°C	35	0,168	0,001	0,8	0,1644
2		45	0,430	0,004	1,0	0,4212

Таким чином, за впливом на запах води концентрацію флуопіколідів 0,147 мг/дм³ (поріг сприйняття при 20°C) можна оцінювати як порогову.

Важливою в гігієнічному відношенні характеристикою поведінки пестициду у водному середовищі є його стабільність.

Саме стабільність, у кінцевому результаті, буде визначати інші властивості, які відбуваються в природних умовах водного середовища: швидкість і характер міграції, транслокації, де-

градації, адсорбції та кумуляції. Стабільність препарату вивчали опосередкованим методом (за стійкістю запаху).

Встановлено, що запах силою в 1 бал не визначався на 20-у добу досліджень, а запах інтенсивністю 2 бали одоратори відзначали протягом 30-и днів експерименту, що дозволило нам віднести досліджувану речовину до помірно стабільних сполук.

З огляду на те, що в літературі є відомості про погіршення органолептичних властивостей води

після її хлорування [9, 11], нами була проведена серія дослідів з вивчення впливу цього процесу на органолептичні властивості води, що містить флуопіколід. Воду з флуопіколідом у концентраціях 0,147 і 0,421 мг/дм³ обробляли 1% розчином хлорного вапна. При цьому концентрація використаного розчину забезпечувала наявність у воді залишкового активного хлору на рівні 0,3 - 0,5 мг/дм³. Визначення запаху проводили відповідно до [11], методом бригадної одорації через 30 хвилин, 1, 12 і 24 години після хлорування при температурі 20°C та після підігрівання розчинів на водяній бані до 60°C. У ході експерименту встановлено, що хлорування водних розчинів препарату не вплинуло на інтенсивність і характер запаху. При підігріванні води до 60°C інтенсивність запаху не змінювалась.

Згідно з [11], було проведено дослідження впливу флуопіколіду на прозорість та забарвлення води. У ході експерименту встановлено, що вміст у воді флуопіколіду в концентраціях 0,039 – 10 мг/дм³ не змінює прозорість 10 і 20 см шару води. Всі розчини флуопіколіду в досліджуваних

концентраціях мали високу прозорість – понад 30 см, що дозволило за цим показником встановити порогову концентрацію – 10,0 мг/дм³.

Вивчення впливу досліджуваної речовини на кольоровість води дозволило встановити порогову величину на рівні 2,5 мг/дм³ при 20°C.

Для визначення порогової концентрації препарату за впливом на піноутворення використовували циліндричний метод Г. Штюпеля в модифікації Є. А. Можасєва [9, 11].

При цьому досліджували концентрації препарату у воді від 0,039 до 10,0 мг/дм³. Встановлено, що наявність у воді флуопіколіду не впливає на процеси піноутворення як при температурі 20°C, так і при 60°C. Це дозволяє рекомендувати концентрацію 10,0 мг/дм³ як порогову за піноутворенням.

Таким чином, результати проведених досліджень, наведені в таблиці 2, дозволяють рекомендувати концентрацію флуопіколіду у воді 0,15 мг/дм³ як порогову за органолептичною ознакою шкідливості (лімітуючий критерій – запах).

Таблиця 2

Підсумкова таблиця по обґрунтуванню порогової концентрації флуопіколіду за впливом на органолептичні властивості води

Органолептичні властивості	Характер прояву	Концентрація, мг/дм ³
Запах	поріг	0,147
Забарвлення	поріг	10,0
Прозорість	поріг	> 10,0
Кольоровість	поріг	2,5
Піноутворення	поріг	10,0

Дослідження останніх років [7, 8] свідчать про те, що внаслідок своєї біологічної активності пестициди, потрапляючи до водойм, здатні порушувати перебіг природних процесів їх самоочищення. У модельних водоймах лабораторії нами були проведені дослідження з вивчення впливу флуопіколіду на загальний санітарний режим водойм.

Вивчали інтенсивність процесу біохімічної потреби кисню (БПК), зміни чисельності сапрофітної мікрофлори, динаміку мінералізації азотвмісних речовин, рівень вмісту розчиненого у воді кисню і зміни активної реакції води (рН) при концентраціях флуопіколіду від 0,015 до 1,5 мг/дм³. Такий діапазон концентрації був обраний на основі результатів визначення порогової

концентрації флуопіколіду у воді за органолептичною ознакою шкідливості.

У результаті проведених досліджень встановлено, що флуопіколід у концентрації 0,015 мг/дм³ достовірно не впливає на перебіг процесів самоочищення водойми від наявного органічного забруднення. Про це свідчить той факт, що відхилення біохімічної потреби в кисні порівняно з контролем не перевищує 5 – 14% (рис. 1).

Концентрації досліджуваної речовини 0,15 і 1,5 мг/дм³ викликали на 10-у добу достовірне зниження БПК на 24 – 27% порівняно з контролем. На 20-у добу досліджень процес біохімічної потреби в кисні нормалізувався і відмінності від контролю становили лише 3 – 5% (рис. 1).

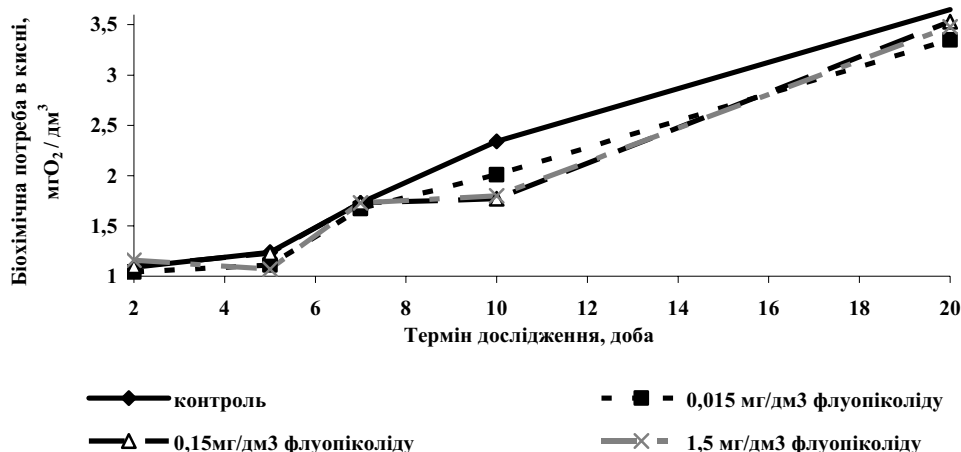


Рис. 1. Вплив флуопіколід на процес біохімічної потреби в кисні у воді модельних водойм

Це дозволило зробити висновок, що флуопіколід за характером впливу на процес БПК належить до речовин, які гальмують цей процес. А як порогова величина може бути рекомендована концентрація флуопіколід 0,015 мг/дм³, при якій процес біологічної потреби в кисні у воді модельних водойм знаходився на рівні величин контрольних проб (рис. 1).

Паралельно нами визначена кількість водної сапрофітної мікрофлори (табл. 3). Контроль здійснювали за мікробним числом. У результаті

проведених досліджень встановлено, що флуопіколід у концентраціях 0,15 і 1,5 мг/дм³ викликає пригнічення росту і розвитку мікрофлори. Аналіз отриманих даних свідчить про достовірне зменшення числа мікроорганізмів ($p < 0,05$) при концентраціях флуопіколід у воді 0,15 і 1,5 мг/дм³ (табл. 3).

Таким чином, ці результати дозволили нам рекомендувати як порогову за впливом на інтенсивність розвитку водної сапрофітної мікрофлори концентрацію флуопіколід 0,015 мг/дм³.

Таблиця 3

Вплив флуопіколід на динаміку сапрофітної мікрофлори

Строки спостереження (доба)	Кількість бактерій (мікробне число) при концентрації речовини, мг/дм³							
	контроль		0,015 мг/л		0,15 мг/л		1,5 мг/л	
	\bar{X}	$s\bar{X}$	\bar{X}	$s\bar{X}$	\bar{X}	$s\bar{X}$	\bar{X}	$s\bar{X}$
1	$3,1 \times 10^4$	$1,57 \times 10^3$	$2,9 \times 10^4$	$1,25 \times 10^3$	$2,51 \times 10^4*$	$1,44 \times 10^3$	$2,29 \times 10^4*$	$1,19 \times 10^3$
2	$2,83 \times 10^4$	$1,88 \times 10^3$	$2,52 \times 10^4$	$1,57 \times 10^3$	$2,11 \times 10^4*$	$1,5 \times 10^3$	$2,06 \times 10^4*$	$1,19 \times 10^3$
3	$2,7 \times 10^4$	$1,25 \times 10^3$	$2,4 \times 10^4$	$1,25 \times 10^3$	$2,1 \times 10^4*$	$1,25 \times 10^3$	$2,02 \times 10^4*$	$1,07 \times 10^3$
5	$2,59 \times 10^4$	$1,2 \times 10^3$	$2,28 \times 10^4$	$1,24 \times 10^3$	$2,06 \times 10^4*$	$1,2 \times 10^3$	$1,99 \times 10^4*$	$1,0 \times 10^3$
7	$1,91 \times 10^4$	$1,13 \times 10^3$	$1,69 \times 10^4$	$1,13 \times 10^3$	$1,39 \times 10^4*$	$1,13 \times 10^3$	$1,29 \times 10^4*$	$1,07 \times 10^3$
10	$4,13 \times 10^3$	$1,88 \times 10^2$	$3,72 \times 10^3$	$1,63 \times 10^2$	$3,45 \times 10^3*$	$1,57 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2*$	$1,25 \times 10^1$
15	$3,08 \times 10^2$	$1,44 \times 10^1$	$2,7 \times 10^2$	$1,44 \times 10^1$	$2,41 \times 10^2*$	$1,44 \times 10^1$	$2,31 \times 10^2*$	$1,38 \times 10^1$
20	$2,4 \times 10^2$	$1,25 \times 10^1$	$2,2 \times 10^2$	$1,25 \times 10^1$	$1,8 \times 10^2*$	$1,25 \times 10^1$	$1,73 \times 10^2*$	$1,19 \times 10^1$

Примітка: *відмінності достовірні, $p < 0,05$.

Внаслідок процесів самоочищення водойми складні азотвмісні органічні сполуки мінералізуються з утворенням амонійних солей, що в

подальшому окиснюються до нітритів, і зрештою до нітратів, вміст яких вважають непрямыми санітарно-хімічними показниками епідемічної

безпеки води. Саме тому, користуючись загальноприйнятими методами [9, 11], ми провели дослідження з вивчення впливу флуопіколіду на динаміку процесу нітрифікації азотвмісних органічних сполук. Вміст амонійного азоту, азоту нітритів та нітратів визначали відповідно до [4]. Одержані результати представлені в таблицях 4 - 6.

Результати вивчення впливу флуопіколіду на динаміку процесу нітрифікації азотвмісних органічних речовин у воді дозволили встановити, що наявність досліджуваної речовини у воді в концентраціях 0,015 і 0,15 мг/дм³ не впливають на вміст азоту аміаку (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив флуопіколіду на швидкість окиснення амонійних солей у воді модельних водойм

Строки спостереження (доба)	Азот аміаку (мг/дм ³) при концентрації речовини, мг/дм ³										
	контроль		0,015 мг/л			0,15 мг/л			1,5 мг/л		
	\bar{X}	$s\bar{X}$	\bar{X}	$s\bar{X}$	%	\bar{X}	$s\bar{X}$	%	\bar{X}	$s\bar{X}$	%
1	0,80	0,00	0,80	0,00	100	0,79	0,02	99	0,80	0,00	100
3	0,73	0,00	0,72	0,008	99	0,72	0,00	99	0,72	0,04	99
5	0,72	0,07	0,72	0,05	100	0,71	0,01	99	0,70	0,05	97
7	0,87	0,00	0,89	0,04	102	0,85	0,008	98	0,85	0,009	98
10	0,81	0,00	0,71	0,01	88	0,71	0,06	88	0,85	0,02	105
15	0,77	0,008	0,72	0,00	94	0,73	0,01	95	0,86	0,03	112
20	0,74	0,05	0,75	0,06	101	0,71	0,06	96	0,88*	0,00	119*
30	0,74	0,04	0,74	0,05	100	0,70	0,04	95	0,84	0,01	114

Примітка: *відмінності достовірні, $p < 0,05$.

Концентрація аміаку у всіх досліджуваних пробах відрізнялась від контрольних на 1-2% ($p > 0,05$). Концентрація флуопіколіду у воді 1,5 мг/дм³ на 20-у добу дослідження спричиняла підвищення азоту аміаку на 19% ($p < 0,05$) (табл. 4).

Азот нітритів у модельній воді з вмістом препарату в концентрації 0,15 і 1,5 мг/дм³ у пе-

ріод з 7-ї по 20-у добу досліджень зменшився на 39-68% ($p < 0,05$), а азот нітратів у період з 7-ї по 10-у добу спостережень зріс на 22-23% ($p > 0,05$) у воді з концентрацією флуопіколіду 1,5 мг/дм³ (табл. 5, 6).

Таблиця 5

Вплив флуопіколіду на процеси нітрифікації (вміст азоту нітритів) у воді модельних водойм

Строки спостереження (доба)	Азот нітритів (мг/дм ³) при концентрації речовини, мг/дм ³										
	контроль		0,015 мг/л			0,15 мг/л			1,5 мг/л		
	\bar{X}	$s\bar{X}$	\bar{X}	$s\bar{X}$	%	\bar{X}	$s\bar{X}$	%	\bar{X}	$s\bar{X}$	%
1	0,103	0,00	0,110	0,009	107	0,110	0,009	107	0,100	0,00	97
3	0,160	0,00	0,150	0,00	94	0,130	0,017	81	0,150	0,00	94
5	0,102	0,003	0,098	0,001	96	0,110	0,00	108	0,091	0,00	89
7	0,23	0,008	0,21	0,00	91	0,14*	0,009	61*	0,13*	0,001	57*
10	0,093	0,00	0,087	0,017	94	0,03*	0,00	32*	0,03*	0,00	32*
15	0,036	0,007	0,036	0,00	100	0,033	0,004	92	0,02*	0,00	56*
20	0,023	0,005	0,023	0,005	100	0,022	0,00	96	0,014*	0,001	61*
30	0,017	0,002	0,017	0,004	100	0,016	0,007	94	0,015	0,001	88

Примітка: *відмінності достовірні, $p < 0,05$.

В експерименті нами встановлена закономірна послідовність стадій мінералізації органічних речовин у модельній воді. Процес мінералізації завершився до 30-ї доби спостереження.

Таким чином, отримані результати дозволяють рекомендувати концентрацію флуопіколіду 0,015 мг/дм³ як порогову за показниками нітрифікації.

Таблиця 6

Вплив флуопіколіду на процеси нітрифікації (вміст азоту нітратів) у воді модельних водойм

Строки спостереження (доби)	Азот нітратів (мг/дм ³) при концентрації речовини, мг/дм ³										
	контроль		0,015 мг/л			0,15 мг/л			1,5 мг/л		
	\bar{X}	$s\bar{X}$	\bar{X}	$s\bar{X}$	%	\bar{X}	$s\bar{X}$	%	\bar{X}	$s\bar{X}$	%
1	1,19	0,02	1,37	0,03	115	1,36	0,09	114	1,35	0,07	113
3	0,96	0,00	0,92	0,10	96	1,0	0,12	104	1,0	0,00	104
5	0,96	0,00	0,96	0,00	100	1,0	0,12	104	1,0	0,12	104
7	2,0	0,00	2,06	0,07	103	2,4	0,00	120	2,46*	0,03	123*
10	1,93	0,17	2,0	0,00	104	2,2	0,05	113	2,35*	0,14	122*
15	2,15	0,12	2,15	0,12	100	1,82	0,00	85	2,43	0,40	113
20	1,68	0,03	1,95	0,30	89	1,95	0,30	89	2,08	0,20	107
30	0,97	0,02	1,0	0,00	103	0,97	0,02	100	0,99	0,07	102

Примітка: *відмінності достовірні, $p < 0,05$.

Контроль динаміки процесу нітрифікації в модельних водоймах здійснювали при дослідженні активної реакції води (рН) і розчиненого у воді кисню.

У результаті проведених досліджень встановлено, що протягом усього експерименту жодна з досліджуваних концентрацій флуопіколіду (0,015, 0,15 та 5 мг/дм³) не викликала статистично достовірну зміну кількості розчиненого у воді кисню й активної реакції води (рН). Відхилення від контрольних проб води не перевищувало 1- 4% ($p > 0,05$), при чому навіть ця різниця не була залежною від концентрації. Це можна пояснити як наявністю у воді певної буферної ємності, що може компенсувати невеликі зміни активної реакції середовища, так і тим, що рН розчинів флуопіколіду є близькою до нейтральної.

Таким чином, пороговою за вмістом розчиненого у воді кисню та впливом на активну реакцію води може бути рекомендована концентрація флуопіколіду 1,5 мг/дм³.

Підводячи підсумки експериментальних досліджень особливостей впливу флуопіколіду на санітарний режим водойм, слід зробити висновок, що пороговою за загальносанітарним показником шкідливості може бути прийнята концентрація флуопіколіду у воді на рівні 0,015 мг/дм³ (лімітуючий показник шкідливості – вплив на

чисельність сапрофітної мікрофлори, БПК та процес нітрифікації).

Найбільш відповідальними й характерними для гігієнічного нормування у галузі санітарної охорони водойм від шкідливих речовин, що потрапляють до них з поверхневими стоками, є санітарно-токсикологічні дослідження з метою виявлення порогових і підпорогових (недіючих) концентрацій у воді водойм [9, 11]. Цим шляхом враховується можливість безпосереднього несприятливого впливу на здоров'я населення шкідливих речовин, що надходять до водойм.

Керуючись методичними підходами до комплексного гігієнічного нормування пестицидів в об'єктах навколишнього середовища, підпорогову концентрацію флуопіколіду у воді за санітарно-токсикологічним показником шкідливості визначали за формулою:

$$МНК = \frac{ДДД \times A \times M}{100\% \times N},$$

де: МНК – максимально недіюча концентрація флуопіколіду у воді;
 ДДД – допустима добова доза речовини для людини, мг/дм³;
 А – частка речовини, що надходить в організм з питною водою, у %;
 М – маса тіла людини, 60кг;
 N – норма водоспоживання людини протягом доби, 3дм³.

Звідси МНК для флуопіколіду становить:

$$\text{МНК} = \frac{0,07 \times 10 \times 60}{100 \times 3} = 0,14 \text{ мг/дм}^3$$

Проведені дослідження дозволили встановити порогові рівні флуопіколіду (д.р. Інфініто, к.с.) за основними показниками шкідливості (табл. 7).

Як відомо [11], гранично допустимі концентрації речовин - забруднювачів у воді водойм встановлюють за тією ознакою шкідливості, якій відповідає найменший показник порогової концентрації, оскільки ця ознака шкідливості визначає характер найбільш ймовірної несприятливої дії найменших концентрацій досліджуваних речовин.

Таблиця 7

Порогові концентрації флуопіколіду за основними ознаками шкідливості

Ознака шкідливості	Характер прояву	Концентрація, мг/дм ³
Органолептичні	порог	0,147
Загальносанітарні	порог	0,015
Санітарно-токсикологічні	Недіюча концентрація	0,14
Гранично допустима концентрація		0,015

У нашому випадку лімітуючою ознакою шкідливості для флуопіколіду є загальносанітарна, що дозволило обґрунтувати ГДК флуопіколіду у воді на рівні 0,015 мг/дм³.

Таким чином, як ГДК може бути рекомендована концентрація у воді флуопіколіду 0,015 мг/дм³ за загальносанітарним показником шкідливості. Існуючий аналітичний метод визначення (межа кількісного визначення 0,005 мг/дм³) дозволяє контролювати встановлену величину [12].

ВИСНОВКИ

1. Результати проведених досліджень дозволяють рекомендувати концентрацію флуопіколіду у воді 0,15 мг/дм³ як порогову за органолептичною ознакою шкідливості (лімітуючий критерій – запах).

2. Пороговою за загальносанітарним показником шкідливості рекомендована концентрація флуопіколіду у воді на рівні 0,015 мг/дм³ (лімітуючий показник шкідливості – вплив на чисельність сапрофітної мікрофлори, БПК та процес нітрифікації).

3. Максимально недіюча концентрація флуопіколіду у воді за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості, визначена з урахуванням методичних підходів до комплексного гігієнічного нормування пестицидів у об'єктах навколишнього середовища, становить 0,14 мг/дм³.

4. Гранично допустима концентрація флуопіколіду у воді водойм господарсько-побутового призначення обґрунтована на рівні 0,015 мг/дм³ за загальносанітарним показником шкідливості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Арсан О.М. Екологічна оцінка небезпечності пестицидів для водної екосистеми / О.М. Арсан // Матеріали наук.-практ. семінарів «Сучасні наукові підходи до реєстрації пестицидів». – К., 1998. – С. 70-72.
2. Влияние пестицидов на состояние водоемных экосистем / М.М. Сайфутдинов, Ю.В. Новиков, В.Г. Гуськов, Н.В. Талакин // Гигиена и санитария. – 1997. – № 6. – С. 64-66.
3. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності. ДСанПін 8.8.1.002.-98; затв. МОЗ України 28.08.98. – К., 1998. – 20 с.
4. Государственные стандарты Союза СССР. Вода питьевая. Методы анализа: сб. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 239 с.
5. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н.Лапач, А.В. Чубейко, П.Н. Бабич. – К.: МОРИОН, 2000. – 320 с.
6. Левицька С.П. Сучасний вплив антропогенного навантаження на якісний стан поверхневих вод України / С.П. Левицька // Матеріали II міжнар. водного форуму «Аква Україна». – К., 2004. – С. 56-57.
7. Лунев М.И. Пестициды и охрана агрофитоценозов / М.И. Лунев. – М.: Колос, 1992. – 269 с.
8. Методические особенности гигиенического нормирования пестицидов в воде / А.В. Тулакин, В.Н. Ракитский, Е.Ф. Горшкова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2004. – № 1. – С. 56-58.

9. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. № 4263-87, утв. 13.03.87 / МЗ СССР. – К., 1988. – 212 с.

10. Методические указания по применению расчетных и экспериментальных методов при гигиеническом нормировании химических соединений в воде водных объектов. № 1943-78, утв. 08.12.78. / МЗ СССР. – М., 1979. – 28 с.

11. Методические указания по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоёмов. № 1296-75, утв. 15.04.75 / МЗ СССР. – М., 1976. – 80 с.

12. Методичні вказівки з визначення флуопіколіду у воді методом газорідної хроматографії № 777-2007 // Методичні вказівки з визначення мікро-

кількостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі. – К., 2011. – № 69. – С. 115-128.

13. Румянцев Г.І. Проблемы прогнозирования риска воздействия химических веществ на здоровье населения / Г.І. Румянцев, С.М. Новиков // Гигиена и санитария – 1997. – № 6. – С. 13-18.

14. Яцик А.В. Наукові і організаційні засади екологічно безпечного водокористування в Україні / А.В. Яцик // Водозабезпечення та водне господарство. – 2004. – № 1. – С. 4-8.

15. The Pesticide Manual, Incorporating The Agrochemicals Handbook / Edited by Clive Tomlin. – Tenth edition. – Bath, UK: The Bass Press, 1994.

REFERENCES

1. Arsan OM. [Environmental assessment of pesticides hazard to aquatic ecosystems. Proceedings of the seminar "Modern scientific approaches to the registration of pesticides"]. 1998:70-72. Ukrainian.

2. Sayfutdinov MM, Novikov YuV, Gus'kov VG, Talakin NV. [The effect of pesticides on the state of water sources]. Gigiena i sanitariya. 1997;6:64-66. Russian.

3. [Hygienic classification of pesticides by the degree of hazard. SSAN&R 8.8.1.002.-98]. MOZ Ukraine 28.08.98. K. 1998:20. Ukrainian.

4. [State Standards of the USSR. Drinking water. Methods of analysis: Collected]. 1984:239. Russian.

5. Lapach SN, Chubeyko AV, Babich PN. [Statistical methods in biomedical studies using Excel]. Morion. 2000:320. Russian.

6. Levits'ka SP. [The current impact of anthropogenic load on surface water quality status of Ukraine. Materials of the Second International Water Forum. "Aqua Ukraine". 2004:56-57. Ukrainian.

7. Lunev MI. [Pesticides and agrophytocenosis protection]. Kolos. 1992:269. Russian.

8. Tulakin AV, Rakitskij VN, Gorshkova EF. [Methodical features of pesticides hygienic regulation in water]. Gigiena i sanitariya. 2004;6:56-58. Russian.

9. [Methodological guidelines for the hygienic assessment of new pesticides]. MZ SSSR N 4263-87, 13.03.87. K. 1988:212. Russian.

10. [Methodical guidelines on use the calculative and experimental methods for hygienic regulation of chemical compounds in water of water objects]. MZ SSSR N 1943-78, 08.12.78. M. 1979:28. Russian.

11. [Methodical guidelines on development and scientific substantiation of the maximum allowable concentrations of harmful substances in water of water reservoirs]. MZ SSSR N 1296-75, 15.04.75. M. 1976:80. Russian.

12. [Guidelines for fluopicolide determination in water by gas-liquid chromatography N 777-2007. Guidelines for the determination of pesticides residues in food, feed and environmental objects]. 2011;69:115-28. Ukrainian.

13. Rumjancev GI, Novikov SM. [The problems of predicting the risk of chemical exposure on human health]. Gigiena i sanitariya. 1997;6:13-18. Russian.

14. Jacyk AV. [The scientific and organizational principles of environmentally safe water management in Ukraine]. Vodozabezpechennja ta vodne gospodarstvo. 2004;1:4-8. Ukrainian.

15. The Pesticide Manual, Incorporating The Agrochemicals Handbook. /Edited by Clive Tomlin. Tenth edition. Bath, UK: The Bass Press; 1994.

Стаття надійшла до редакції
14.01.2014

